

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-031560

(43)Date of publication of application : 03.02.2005

(51)Int.Cl.

G03H 1/04

G03H 1/02

G11B 7/0065

(21)Application number : 2003-273165

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 11.07.2003

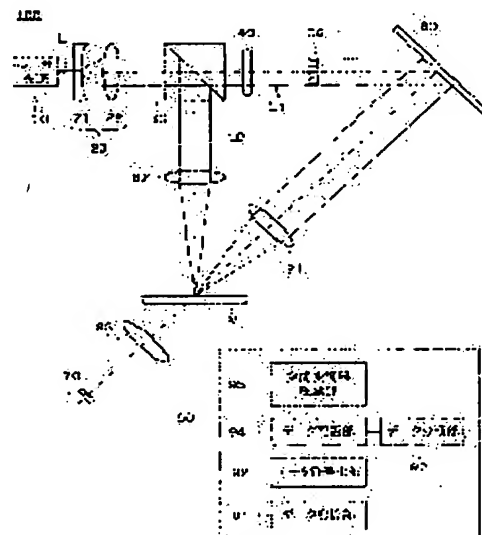
(72)Inventor : IDE NAOKI

## (54) HOLOGRAM RECORDING DEVICE, HOLOGRAM RECORDING METHOD, HOLOGRAM RECORDING MEDIUM AND PROGRAM

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a hologram recording device for hardly causing an error of reproduced data due to unevenness and distortion of a reproduced image, and provide a hologram recording method, a hologram recording medium and a program.

**SOLUTION:** Pixels on a display surface of a spatial modulator is divided into first and second groups of pixels according to signal-noise ratio, and bit information and redundant bit information corresponding to the bit information are made correspondent to the first and second groups of pixels, respectively. On the basis of the information made correspondent like this, the spatial modulator is controlled, signal light is modulated, and information recording on a hologram recording medium is performed. Since the information is made correspondent to the groups of pixels divided according to signal-noise ratio, correspondence is made in response to information weight, and occurrence of errors as an overall information can be suppressed.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-31560

(P2005-31560A)

(43) 公開日 平成17年2月3日(2005.2.3)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
G03H 1/04	G03H 1/04	2K008
G03H 1/02	G03H 1/02	5D090
G11B 7/0065	G11B 7/0065	

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2003-273165 (P2003-273165)	(71) 出願人	000002185
(22) 出願日	平成15年7月11日(2003.7.11)		ソニー株式会社
			東京都品川区北品川6丁目7番35号
		(74) 代理人	100104215
			弁理士 大森 純一
		(74) 代理人	100104411
			弁理士 矢口 太郎
		(72) 発明者	井手 直紀
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		Fターム(参考)	2K008 AA04 BB00 BB05 EE04
			5D090 BB16 CC01 CC14 DD03 EE12
			FF43 GG11 KK12 KK14

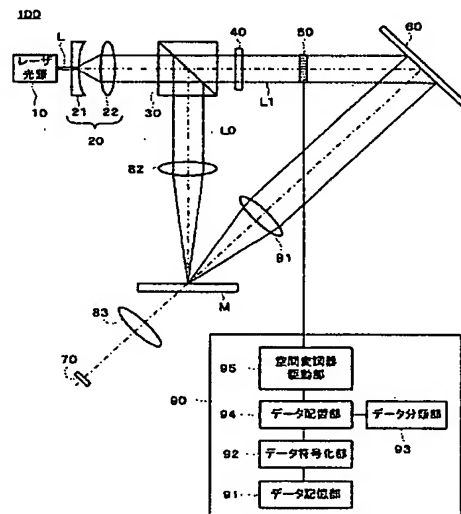
(54) 【発明の名称】 ホログラム記録装置、ホログラム記録方法、ホログラム記録媒体、およびプログラム

## (57) 【要約】

【課題】 再生像のムラ、歪みによる再生データの誤りが生じにくいホログラム記録装置、ホログラム記録方法、ホログラム記録媒体、およびプログラムを提供する。

【解決手段】 空間変調器の表示面上の画素が信号雑音比によって第1、第2の画素のグループに区分され、ビット情報、ビット情報に対応する冗長ビット情報がそれぞれ第1、第2の画素のグループに対応付けられる。このように対応付けされた情報に基づき、空間変調器が制御され、信号光が変調されてホログラム記録媒体への情報の記録が行われる。信号雑音比によって区分された画素のグループに情報が対応付けされるので、情報の重みに応じて対応付けを行い、情報全体としての誤りの発生を低減できる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ビット情報と、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報とを含む情報をホログラム記録媒体に記録するホログラム記録装置であって、

レーザ光を出射するレーザ光源と、

複数の画素を含む表示面を有し、かつ前記レーザ光源から出射されたレーザ光を変調する空間変調器と、

前記空間変調器で変調されたレーザ光をホログラム記録媒体に集光させる集光素子と、

前記ビット情報を前記表示面上の第 1 の画素のグループに、前記冗長ビット情報を信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される前記表示面上の第 2 の画素のグループに、それぞれ対応付ける情報対応部と、 10

前記情報対応部で対応付けされた情報に基づき、前記空間変調器を制御する空間変調器制御部と、

を具備することを特徴とするホログラム記録装置。

## 【請求項 2】

前記第 1 の画素のグループの信号雑音比が前記第 2 の画素のグループの信号雑音比よりも大きい、

ことを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録装置。

## 【請求項 3】

前記第 1 の画素のグループの信号雑音比が前記第 2 の画素のグループの信号雑音比よりも小さい、 20

ことを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録装置。

## 【請求項 4】

前記空間変調器の表示面上の画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類する画素分類部、

をさらに具備することを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録装置。

## 【請求項 5】

前記画素分類部が、前記表示面の中心からの距離に基づいて、画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類する

ことを特徴とする請求項 4 記載のホログラム記録装置。 30

## 【請求項 6】

前記冗長ビット情報が、前記ビット情報をターボ符号化することによって生成されることを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録装置。

## 【請求項 7】

前記冗長ビット情報が、前記ビット情報から生成された低密度パリティ検査符号であることを特徴とする請求項 1 記載のホログラム記録装置。

## 【請求項 8】

ビット情報と、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報とを含む情報をホログラム記録媒体に記録するホログラム記録方法であって、

前記ビット情報を空間変調器の表示面上の第 1 の画素のグループに、前記冗長ビット情報を信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される前記表示面上の第 2 の画素のグループに、それぞれ対応付ける情報対応ステップと、 40

前記情報対応ステップで対応付けられた情報に基づき、空間変調器を制御する変調器制御ステップと、

前記変調器制御ステップで制御された空間変調器によって、レーザ光を変調する変調ステップと、

前記変調ステップで変調されたレーザ光をホログラム記録媒体に集光させる集光ステップと、

を具備することを特徴とするホログラム記録方法。

## 【請求項 9】

前記第 1 の画素のグループの信号雑音比が前記第 2 の画素のグループの信号雑音比よりも大きい、

ことを特徴とする請求項 8 記載のホログラム記録方法。

【請求項 10】

前記第 1 の画素のグループの信号雑音比が前記第 2 の画素のグループの信号雑音比よりも小さい、

ことを特徴とする請求項 8 記載のホログラム記録方法。

【請求項 11】

前記空間変調器の表示面上の画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類する画素分類ステップ、

をさらに具備することを特徴とする請求項 8 記載のホログラム記録方法。

【請求項 12】

前記画素分類ステップにおいて、前記表示面の中心からの距離に基づいて、画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類する

ことを特徴とする請求項 11 記載のホログラム記録方法。

【請求項 13】

前記ビット情報をターボ符号化して前記冗長ビット情報を生成する冗長ビット情報生成ステップ

をさらに具備することを特徴とする請求項 8 記載のホログラム記録方法。

【請求項 14】

前記冗長ビット情報からの低密度パリティ検査符号として前記冗長ビット情報を生成する冗長ビット情報生成ステップ

をさらに具備することを特徴とする請求項 8 記載のホログラム記録方法。

【請求項 15】

ビット情報を表す第 1 の画素のグループと、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報を表し、かつ信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される第 2 の画素のグループと、を含む像が記録されることを特徴とするホログラム記録媒体。

【請求項 16】

ビット情報を空間変調器の表示面上の第 1 の画素のグループに、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報を信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される前記表示面上の第 2 の画素のグループに、それぞれ対応付ける情報対応ステップと、

前記情報対応ステップで対応付けられた情報に基づき、空間変調器を制御する変調器制御ステップと、

をコンピュータに実行させるためのプログラム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ホログラムを用いて情報を記録するホログラム記録装置、ホログラム記録方法、ホログラム記録媒体、およびプログラムに関する。

【背景技術】

【0002】

ホログラム記録媒体にデータを記録するホログラム記録装置が開発されている。

ホログラム記録装置では、レーザ光を参照光と信号光の 2 つに分割して、参照光はそのまま、信号光は複数画素を有する空間変調器（例えば、液晶素子）を通過させた後に、ホログラム記録媒体に照射する。この結果、参照光と信号光とが干渉して形成された干渉縞がホログラム記録媒体に記録される。このとき空間変調器の各画素の表示パターンを設定することで、ホログラム記録媒体に所望のデータを記録できる。

【0003】

データを記録したホログラム記録媒体に参照光のみを照射すると、記録時に空間変調器に表示されたパターンに対応する回折光（再生光）が発生し、データの再生を行える（例

10

20

30

40

50

えば、特許文献 1 参照)。

【特許文献 1】特開 2 0 0 1 - 0 6 6 9 7 7 号公報。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

しかしながら、ホログラム記録装置で再生した再生像に光強度のムラや像の歪みなどを生じる場合がある。このような再生像のムラ、歪みは再生像から記録したデータをデコードする際に誤りの原因となる可能性がある。

上記に鑑み、本発明は再生像のムラ、歪みによる再生データの誤りが生じにくいホログラム記録装置、ホログラム記録方法、ホログラム記録媒体、およびプログラムを提供することを目的とする。 10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 5 】

A. 本発明に係るホログラム記録装置は、ビット情報と、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報とを含む情報をホログラム記録媒体に記録するホログラム記録装置であって、レーザ光を出射するレーザ光源と、複数の画素を含む表示面を有し、かつ前記レーザ光源から出射されたレーザ光を変調する空間変調器と、前記空間変調器で変調されたレーザ光をホログラム記録媒体に集光させる集光素子と、前記ビット情報を前記表示面上の第 1 の画素のグループに、前記冗長ビット情報を信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される前記表示面上の第 2 の画素のグループに、それぞれ対応付ける情報対応付部と、前記情報対応付部で対応付けされた情報に基づき、前記空間変調器を制御する空間変調器制御部と、を具備することを特徴とする。 20

【 0 0 0 6 】

空間変調器の表示面上の画素が信号雑音比によって第 1、第 2 の画素のグループに区分され、ビット情報、ビット情報に対応する冗長ビット情報がそれぞれ第 1、第 2 の画素のグループに対応付けられる。このように対応付けされた情報に基づき、空間変調器が制御され、信号光が変調されてホログラム記録媒体への情報の記録が行われる。信号雑音比によって区分された画素のグループに情報が対応付けされるので、情報の重みに応じて対応付けを行い、情報全体としての誤りの発生を低減できる。

【 0 0 0 7 】

(1) ここで、前記第 1 の画素のグループの信号雑音比が前記第 2 の画素のグループの信号雑音比よりも大きい場合、小さい場合の双方があり得る。 30

ビット情報が冗長ビット情報よりも重みが大きいときには前者を、そうでないときには後者を選択して、情報全体としての誤りの発生を低減できる。

【 0 0 0 8 】

(2) ホログラム記録装置が、前記空間変調器の表示面上の画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類する画素分類部、をさらに具備してもよい。

【 0 0 0 9 】

画素の信号雑音比に基づいて画素を分類できる。

前記画素分類部が、前記表示面の中心からの距離に基づいて、画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類しても差し支えない。一般に画素の信号雑音比は表示面の中心からの距離に応じて変化する場合が多いからである。 40

【 0 0 1 0 】

(3) 前記冗長ビット情報には、ターボ符号や低密度パリティ検査符号を用いることができる。

【 0 0 1 1 】

B. 本発明に係るホログラム記録方法は、ビット情報と、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報とを含む情報をホログラム記録媒体に記録するホログラム記録方法であって、前記ビット情報を空間変調器の表示面上の第 1 の画素のグループに、前記冗長ビット情報を信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される前記表示面上の第 2 の 50

画素のグループに、それぞれ対応付ける情報対応ステップと、前記情報対応ステップで対応付けられた情報に基づき、空間変調器を制御する変調器制御ステップと、前記変調器制御ステップで制御された空間変調器によって、レーザ光を変調する変調ステップと、前記変調ステップで変調されたレーザ光をホログラム記録媒体に集光させる集光ステップと、を具備することを特徴とする。

【 0 0 1 2 】

( 1 ) ここで、前記第 1 の画素のグループの信号雑音比が前記第 2 の画素のグループの信号雑音比よりも大きい場合、小さい場合の双方があり得る。

ビット情報が冗長ビット情報よりも重みが大いときには前者を、そうでないときには後者を選択して、情報全体としての誤りの発生を低減できる。

10

【 0 0 1 3 】

( 2 ) ホログラム記録方法が、前記空間変調器の表示面上の画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類する画素分類ステップ、をさらに具備してもよい。

画素の信号雑音比に基づいて画素を分類できる。

前記画素分類部が、前記表示面の中心からの距離に基づいて、画素を前記第 1、第 2 の画素のグループに分類しても差し支えない。一般に画素の信号雑音比は表示面の中心からの距離に応じて変化する場合が多いからである。

【 0 0 1 4 】

( 3 ) 前記冗長ビット情報には、ターボ符号や低密度パリティ検査符号を用いることができる。

20

【 0 0 1 5 】

C. 本発明に係るホログラム記録媒体は、ビット情報を表す第 1 の画素のグループと、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報を表し、かつ信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される第 2 の画素のグループと、を含む像が記録されることを特徴とする。

信号雑音比によって区分された第 1、第 2 の画素のグループによって情報が表される。このため情報の重みに応じてホログラム記録媒体への情報の記録が行うことで情報全体としての誤りの発生を低減できる。

【 0 0 1 6 】

D. 本発明に係るプログラムは、ビット情報を空間変調器の表示面上の第 1 の画素のグループに、前記ビット情報に対応する冗長ビット情報を信号雑音比によって前記第 1 の画素のグループと区分される前記表示面上の第 2 の画素のグループに、それぞれ対応付ける情報対応ステップと、前記情報対応ステップで対応付けられた情報に基づき、空間変調器を制御する変調器制御ステップと、をコンピュータに実行させる。

30

空間変調器の表示面上の画素が信号雑音比によって第 1、第 2 の画素のグループに区分され、ビット情報、ビット情報に対応する冗長ビット情報がそれぞれ第 1、第 2 の画素のグループに対応付けられる。このように対応付けされた情報に基づき、空間変調器が制御される。

信号雑音比によって区分された第 1、第 2 の画素のグループに情報が対応付けされる。このため情報の重みに応じて対応付けを行い、信号光を変調してホログラム記録媒体への情報の記録が行うことで情報全体としての誤りの発生を低減できる。

40

【 発明の効果 】

【 0 0 1 7 】

以上説明したように、本発明によれば再生像のムラ、歪みによる再生データの誤りが生じにくいホログラム記録装置、ホログラム記録方法、ホログラム記録媒体、およびプログラムを提供することができる。

【 発明を実施するための最良の形態 】

【 0 0 1 8 】

以下、本発明の実施の形態を図面に基づき説明する。

【 0 0 1 9 】

50

図 1 は本発明の一実施形態に係るホログラム記録装置 100 を表す模式図である。本図に示すようにホログラム記録装置 100 は、レーザ光源 10、ビームエキスパンダ 20、ハーフミラー 30、光シャッター 40、空間変調器 50、ミラー 60、検出器 70、凸レンズ 81～83、制御部 90 から構成され、ホログラム記録媒体 M への情報の記録および再生を行う。

レーザ光源 10 は、レーザ光を出射する光源である。

ビームエキスパンダ 20 は、平凹レンズ 21 と凸レンズ 22 を組み合わせて構成され、入射した光のビーム径を空間変調器 50 に対応するように拡大する光学素子である。

ハーフミラー 30 は、入射したレーザ光を 2 つの光（参照光 L0、信号光 L1）に分岐する光学素子である。

光シャッター 40 は、信号光 L1 の通過／遮蔽を制御する光学素子であり、ホログラム記録装置 100 による記録／再生を制御するのに用いられる。

#### 【 0 0 2 0 】

空間変調器 50 は、平面を格子（「ピクセル」、「画素」ともいう）の配列で分割して、格子の透過率と情報符号（データ）とを対応させる光学素子である。

図 2 は、空間変調器 50 を正面から見た状態を表す模式図である。空間変調器 50 は、表示面 51 上に画素 52 が形成され、それぞれの画素 52 が信号光 L1 の通過量を制御することで、ホログラム記録媒体 M に記録するデータを表示することができる。画素 52 は信号光 L1 の通過量が大きい「明」状態（52（1））と信号光 L1 の通過量が小さい「暗」状態（52（2））の 2 通りを表示可能であり、この明暗によって画素 52 毎に 1 ビットの情報を表すことができる。

ミラー 60 は、信号光 L1 を反射してその方向を変える光学素子である。

#### 【 0 0 2 1 】

検出器 70 は、平面を格子（「ピクセル」、「画素」、「受光素子」ともいう）の配列で分割して、格子の光量と情報符号（データ）とを対応させる光学素子である。即ち、検出器 70 には、縦横に複数の受光素子が配列され、凸レンズ 83 から出射した再生光を受光し、受光した光の強度に応じた信号を出力する。

図 3 は、検出器 70 を正面から見た状態と、図 2 での空間変調器 50 の表示パターンを再生したときの再生像 I<sub>m</sub> とを対比して表す模式図である。本図に示すように、検出器 70 の受光面 71 上に受光素子を単位とする画素 72 を有し、これらの画素 72 それぞれが再生光の強度を検出することで、空間変調器 50 に表示された像を再生できる。図 3 では、検出器 70 の受光面 71 と投影された空間変調器 50 の像が対応していないが、これらに対応させることでホログラム記録媒体 M に記録されたデータを検出器 70 によって再生できる。

#### 【 0 0 2 2 】

以上のように、空間変調器 50 の画素 52 と検出器 70 の画素 72 とは何らかの対応関係がある。但し、この関係は必ずしも 1 対 1 の関係である必要はない。例えば、検出器 70 の画素 72 の個数が空間変調器 50 の画素 52 の個数よりも多くてもよい。また、検出器 70 の画素 72 には空間変調器 50 の画素 52 と対応しない画素があっても差し支えない。

#### 【 0 0 2 3 】

凸レンズ 81 は、ミラー 60 で反射された信号光 L1 をホログラム記録媒体 M に集光するための光学素子である。

凸レンズ 82 は、ハーフミラー 30 で分岐された参照光 L0 をホログラム記録媒体 M に集光するための光学素子である。凸レンズ 82 から出射した参照光 L0 と凸レンズ 81 から出射した信号光 L1 とは、ホログラム記録媒体 M の同一箇所に照射され干渉縞（光の明暗）を形成する。

凸レンズ 83 は、ホログラム記録媒体 M からの記録の再生を行った際の再生光を検出器 70 に集光させるための光学素子である。

#### 【 0 0 2 4 】

10

20

30

40

50

ホログラム記録媒体Mは、凸レンズ81、82からの出射光による干渉縞を屈折率の変化として記録する記録媒体である。ホログラム記録媒体Mの屈折率が露光量に応じて変化することで、参照光L0と信号光L1との干渉によって生じる干渉縞を屈折率の変化としてホログラム記録媒体Mに記録できる。

【0025】

ホログラム記録媒体Mの構成材料として、光の強度に応じて屈折率の変化が行われる材料であれば、有機材料、無機材料の別を問うことなく利用可能である。

無機材料として、例えば、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)のような電気光学効果によって露光量に応じ屈折率が変化するフォトリフラクティブ材料を用いることができる。

【0026】

有機材料として、例えば、光重合型フォトリソマを用いることができる。光重合型フォトリソマは、その初期状態では、モノマがマトリクスポリマに均一に分散している。これに光が照射されると、露光部でモノマが重合し、ポリマ化するにつれてその部分の屈折率が変化する。

【0027】

ホログラム記録媒体Mからのデータの再生は、光シャッター40を閉じて、ホログラム記録媒体Mに参照光L0のみを照射することで行える。ホログラム記録媒体M上のデータが記録された箇所に参照光L0が照射されることで、信号光L1の進行方向の回折光(再生光)を生じる。検出器70で受光することで、ホログラム記録媒体Mに記録された情報を再生できる。

(空間変調器50上の画素52の配置とデータの再現性の関係)

空間変調器50で表したデータが記録、再生される場合を考える。この場合、再生像は空間変調器50での表示状態を必ずしも忠実に反映せず、光強度のムラや像の歪みがあることが多い。

【0028】

光強度のムラは信号光L1の強度分布に起因して生じる可能性がある。

図4は、空間変調器50の表示面51上での信号光L1の強度分布を表す模式図である。領域A0からA3と表示面51中央付近から外周に行くほど画素52での光の強度が小さく、従い信号雑音比(S/N比)が小さいことが判る。

このため、再生像にも強度分布が生じ、再生像の中央から外周部にいくほど光強度が小さくなり、信号雑音比も小さくなる。

【0029】

再生像の歪みはホログラム記録装置100の光学系に起因して生じる可能性がある。

図5は再生像の歪みの一例を空間変調器50の画素52の配列と対比して表す模式図である。再生像の歪みは実線で画素52の配列は破線で表されている。本図の例で、再生像はその中心部で比較的元の形をとどめているが(歪みが小さい)、外周にいくにしたがって歪みが大きくなっている。本図では、正方形の画素52の辺がくびれて再生されているが、正方形の辺が膨らんだり、傾いて平行四辺形になったりする場合もある。

本図に示したように、再生像の歪みは一般に空間変調器50の外周部にいくほど大きくなり、従い信号雑音比が小さくなる。

以上のように、光強度、像の歪みいずれの観点から見ても空間変調器50の中心部から外側にいくにしたがって信号雑音比が小さくなる傾向がある。

【0030】

上述は、マクロな観点からみた信号雑音比の考察である。ミクロの観点からは、検出器70を構成している画素(ピクセル、受光素子)72の性能によって信号雑音比が異なることが予想できる。

図6は、検出器70の画素72の配列と信号雑音比との関係を表した模式図である。信号雑音比の小さい画素72にはハッチングを施している。なお、各画素72での信号雑音比の相対的比較は、画素72に発生する雑音を事前に測定することで行える。

【0031】

10

20

30

40

50



以上のように、ホログラム記録装置 100 では、画素 52 (いわば情報を格納する格子) によって信号雑音比は均一ではなく、空間変調器 50 の中心から遠くなるにつれて各画素 72 での信号雑音比が小さくなる可能性がある。

#### 【 0 0 3 2 】

ここで、例えばターボ符号のように元の情報に所定のパリティ条件をみたす冗長符号 (冗長情報) を付加する符号化方法を考える。このとき、冗長情報部分は元の情報中の符号を用いて生成されるので、冗長情報部分では元の符号の重みは分散されて小さくなる。この一方、元の情報部分には、誤りの影響が直接でることが考えられる。このため、元の情報部分と冗長情報部分とで情報の重みが異なると考えられる。

#### 【 0 0 3 3 】

情報全体を構成する各部分での情報の重みの相違は、元の情報から冗長情報を生成する場合以外にも生じ得る。例えば、元の情報系列を生成行列によって別の情報系列に変換する場合にも、生成行列の要素を制御することで情報の重みを制御できる。

(空間変調器 50 の画素 52 配列と表示する情報との対応付け)

以上のような情報の重みを制御する符号化方式で変換された情報系列をホログラム記録装置 100 で記録する場合には、記録する情報の重みと空間変調器 50 での画素 52 とを対応付けることで、情報全体としての再生の誤りを低減できる。

#### 【 0 0 3 4 】

図 7 は、空間変調器 50 の画素 52 の配置と表示する情報との対応関係の一例を表す模式図である。本図において、表示面 51 は内側のハッチングされない領域 A10 と外側のハッチングされた領域 A11 に区分される。即ち、ここでは空間変調器 50 の表示面 51 の中心からの距離によって、領域 A10、A11 が区分されている。

領域 A0 は、元の情報をあらわすための画素 52 を有する領域である。また、領域 A1 は、元の情報から生成されたターボ符号などの冗長情報をあらわすための画素 52 を有する領域である。

例えば、元の情報は、内周の領域 A0 中の画素 52 に左上から順に配列するものとする。一方、冗長情報は、外周の領域 A1 中の画素 52 に左上から順に時計回りに配列することができる。

#### 【 0 0 3 5 】

このとき空間変調器 50 の外周部では、再生光の強度が減少し、また再生像に歪みが生じる。再生光の強度の減少は、信号の劣化を意味し、誤りが生じる確率が高くなる。また、再生像の歪みは、再生像が検出器 70 の画素 72 に正しく収まらなくなり、誤りが生じる確率が高くなる。

#### 【 0 0 3 6 】

しかしながら、外側の領域 A1 に対応する情報は冗長情報であるから、元の情報を再生する際にノイズの影響が分散される。従って、図 7 のように、空間変調器 50 の内周部と外周部とで表示する情報の種別を区分することで、データに誤りが生じる確率を減少させることができる。

#### 【 0 0 3 7 】

図 8 は、空間変調器 50 の画素 52 の配置と表示する情報との対応関係の他の例を表す模式図である。本図において、表示面 51 はハッチングされない領域 A20 とハッチングされた領域 A21 に区分される。領域 A20 は、ターボ符号における元の情報をあらわすための画素 52 を有する領域である。また、領域 A21 は、ターボ符号などの冗長情報をあらわすための画素 52 を有する領域である。このように、領域 A20、A21 の区分が空間変調器 50 の表示面 51 の外周、内周に対応しないことも考えられる (空間変調器 50 の表示面 51 の中心からの距離に直接的には依存しない)。

#### 【 0 0 3 8 】

このような空間変調器 50 の表示面 51 の区分は、検出器 70 側の各画素 72 のノイズあるいは誤りの生起確率を測定することで行える。

図 9 は、検出器 70 側の各画素 72 のノイズあるいは誤りの生起確率を測定した結果の

一例を表す模式図である。本図では、検出器 70 側の受光面 71 (空間変調器 50 の表示面 51 に対応する) は、誤りの生起確率が小さい順に領域 A 30, A 31, A 32 の 3 つに区分されている。

#### 【 0 0 3 9 】

図 8 での領域 A 20 は図 9 での領域 A 30 の全部と A 31 の一部に対応し、図 8 での領域 A 21 は図 9 での領域 A 32 の全部と A 31 の一部に対応する。即ち、図 9 での領域 A 31 は、図 8 での領域 A 20、A 21 に適宜に配分されている。

図 9 の領域 A 32 は、ノイズの影響で誤りが生じる確率が高い画素 52 が含まれるが、この領域 A 32 には冗長情報が記録される。このため、元の情報を再生する際にノイズの影響が分散され、誤りの確率を低減できる。

10

#### (制御部 90 の詳細)

図 10 は、制御部 90 の内部構成の詳細を表すブロック図である。以下、図 1, 10 に基づき、制御部 90 の内部構成を説明する。

制御部 90 は、データ記憶部 91, データ符号化部 92, 画素分類部 93, データ配置部 94, 空間変調器駆動部 95 から構成され、空間変調器 50 の制御を行う。

#### 【 0 0 4 0 】

データ記憶部 91 はホログラム記録媒体 M に記録するデータを記憶する記憶部である。

データ符号化部 92 は、データ記憶部 91 に記憶されたデータを符号化する。この符号化の一例としてターボ符号化を挙げることができる。符号化されたデータは、複数のビット列で表され、元のデータの内容に対応するビット情報とこのビット情報に対応する冗長ビット情報の情報グループ 1, 2 に分類することができる。なお、ターボ符号化の処理は符号化レート R に依存するため、符号化レート R の値が事前に入力される。このとき、ビット情報と冗長ビット情報の要素数の比は  $R : (1 - R)$  となる。なお、ターボ符号化の詳細は後述する。

20

#### 【 0 0 4 1 】

画素分類部 93 は、空間変調器 50 の画素 52 (ビット情報を格納する配列要素たる格子) を、それぞれの信号雑音比の大小によって分類する。

このとき、画素 52 (配列要素) は 2 つのグループに分けられ、それぞれの画素 52 の個数 (要素数) の比は  $R : (1 - R)$  とする。また、画素グループ 1 の画素の信号雑音比は、画素グループ 2 の要素の信号雑音比よりも大きいとする。画素分類部 93 による分類結果をテーブルに表して記憶しておくこと、便宜である。なお、この分類の詳細は後述する。

30

#### 【 0 0 4 2 】

データ配置部 94 は、ビット情報と冗長ビット情報を空間変調器 50 上の画素の位置に応じて、配置するものであり、情報対応付部として機能する。

データ符号化部 92 で出力された情報グループ 1, 2 の要素が、画素分類部 93 で分類された画素グループ 1, 2 に対応して格納される。即ち、情報グループ 1 の要素全てが画素グループ 1 に、情報グループ 2 の要素全てが画素グループ 2 に、それぞれ対応するように格納される。

40

なお、ここでいう「格納」とは、情報がこれと対応付けられた画素グループの画素で表示されるように、情報が再配列されることを意味する。

#### 【 0 0 4 3 】

このときの格納の順番 (対応付け) は、適宜に決定することができる。例えば、情報グループ 1, 2 の要素から番号の小さいものから順に、対応する画素グループ 1, 2 の左上の画素 52 に対応させる (左上のビット情報未格納配列に格納する) ことができる。このようにして再配列されたビット配列がデータ配置部 94 から出力される。

空間変調器駆動部 95 はデータ配置部 94 でのデータの配置に基づき空間変調器駆動部 95 を駆動する。

#### 【 0 0 4 4 】

50

図 1 1 は、データ符号化部 9 2 での処理内容の詳細を表すブロック図である。

データ符号化部 9 2 に入力されたビット情報は二つに分岐される。この内の一方はとくに変化させることなく情報グループ 1 に分類される。他方は、さらに二つに分岐されて、そのうち一方は畳み込み演算器に、他方は、インターリーバに入力される。

【 0 0 4 5 】

畳み込み演算器では、畳み込み演算によってビット情報が別の系列の情報に変換される。このように元の情報から変換された情報を用いることで符号化レートを大幅に小さくすることができる。

【 0 0 4 6 】

指定された符号化レートを満たす情報にするため、畳み込み演算器から出力されたビット系列の一部分を間引きする。例えば、符号化レート  $R = 0.5$  のときは、偶数番目あるいは奇数番目を間引く。このようにすると冗長ビットのビット数は、元のビット情報の半分になる。このようにして得られた冗長ビット情報を第 2 のビット情報グループに分類する。

【 0 0 4 7 】

インターリーバに入力されたビット情報は、インターリーバ内でビット系列の順番の並び替えが行われる。この並び換えはインターリーバの規則に従って行われる。並び替えられたビット情報は、畳み込み演算器に入力された後、間引きが行われて第 2 のビット情報グループに分類される。

【 0 0 4 8 】

図 1 2 は、画素分類部 9 3 での処理内容の詳細を表す模式図である。

画素分類部 9 3 では、画素 5 2 (配列要素) の信号雑音比を基準にして画素 5 2 のグループ分けが行われる。

画素分類部 9 3 には、画素 5 2 ごとの信号雑音比の情報が記憶されている。信号雑音比は、例えば、計算機シミュレーションによる見積もりや、所定の表示パターン (表示データ) を用いた検出によって導出できる。なお、信号雑音比の情報は、信号雑音比の絶対値、相対値、あるいは信号雑音比の順番のいずれでも差し支えない。

【 0 0 4 9 】

画素分類部 9 3 でのグループ分けでは、符号化レート  $R$  を入力して、第 1 のグループと第 2 のグループの要素数との間の比が  $R : (1 - R)$  となるように、画素 5 2 を分類する。このとき、信号雑音比の大きい順に第 1 のグループとして、全体のうちの  $R$  の割合だけ選択し、残りが第 2 のグループとなるように画素 5 2 が分類される。

【 0 0 5 0 】

ホログラム記録装置 1 0 0 では、空間変調器 5 0 の表示面 5 1 の外周部と内周部での信号雑音比が異なり、内周部の信号雑音比が大きい場合が多い。このため、信号雑音比の見積もりを行わずに表示面 5 1 中心からの距離によってグループを分類して、第 1 のグループは内周部、第 2 のグループは外周部としてもよい。

【 0 0 5 1 】

符号化レート  $R$  等の条件によって、第 1、第 2 のグループでの分類の結果が異なる場合があり得る。本図の分類例 1、2 はそれぞれ、信号雑音比が大きいものから順に第 1 のグループにした場合、信号雑音比が小さいものから順に第 1 のグループにした場合のグループ分けの結果の一例を表している。分類例 1、2 のいずれでも、ハッチングの無い部分が画素グループ 1、ハッチングの有る部分が画素グループ 2 を表している。

【 0 0 5 2 】

図 1 3 は、データ配置部 9 4 での処理内容の詳細を表す模式図である。データ配置部 9 4 では、分類された画素 5 2 (配列要素) に対して、分類された情報の対応付け (格納) が行われる。図 1 3 (A)、(B) はそれぞれ、図 1 2 の分類例 1、2 に対応する。いずれの場合でも、分類例 1、2 の画素グループ 1、2 に情報グループ 1、2 が対応付けられる。

【 0 0 5 3 】

既述のように、ビット情報、画素（配列要素）のいずれも第1、第2のグループがR：（1-R）の比となるように設定されている。そして、情報グループ1、2の要素が、画素分類部93で分類された画素グループ1、2に対応して格納される。即ち、情報グループ1の要素全てが画素グループ1に格納され、情報グループ2の要素全てが画素グループ2に対応付け（格納）される。

このときの格納の順番は、適宜に決定することができる。例えば、情報グループ1、2の要素から番号の小さいものから順に、対応する画素グループ1、2の左上のビット情報未格納配列に格納することができる。ビット情報が格納されたビット配列がデータ配置部94から出力される。

【0054】

このようにして、例えば、第1の情報グループにあるビット要素は、全て信号雑音比が大きい画素52に対応付け、第2の情報グループにあるビット要素は、全て信号雑音比が小さい画素52に対応付けることができる。また、場合によっては、第1の情報グループにあるビット要素は、全て信号雑音比が小さい画素52に対応付けて、第2の情報グループにあるビット要素は、全て信号雑音比が大きい画素52に対応付けることもできる。

どちらの対応付けを行うかは、事前の計算シミュレーションなどにより決定することができる。

【0055】

以上のように、上記実施形態によれば、情報ビットと冗長ビットを有する情報を記録する際に、画素の配置による信号雑音比の相違を考慮することで、情報の再現性を向上することができる。その結果、ホログラムによる記録再生と、ターボ符号との適切な融合が可能となる。

（その他の実施形態）

本発明の実施形態は上記の実施形態に限られず拡張、変更可能であり、拡張、変更した実施形態も本発明の技術的範囲に含まれる。

例えば、上記実施形態でのホログラム記録媒体は、平面（2次元的）にホログラムを記録しても良いし、立体（3次元的）にホログラムを記録する体積ホログラムを用いてもよい。

また、符号化の例としてターボ符号を挙げたが、これ以外に、例えば低密度パリティ検査符号を用いてもよい。即ち、ホログラムによる記録再生と、符号化一般との適切な融合が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0056】

【図1】本発明の一実施形態に係るホログラム記録装置を表す模式図である。

【図2】空間変調器を正面から見た状態を表す模式図である。

【図3】検出器正面から見た状態と、図2での空間変調器50の表示パターンを再生したときの再生像とを対比して表す模式図である。

【図4】空間変調器の表示面上での信号光L1の強度分布を表す模式図である。

【図5】再生像の歪みの一例を空間変調器の画素配列と対比して表す模式図である。

【図6】検出器の画素の配列と信号雑音比との関係を表した模式図である。

【図7】空間変調器の画素の配置と表示する情報との対応関係の一例を表す模式図である。

【図8】空間変調器の画素の配置と表示する情報との対応関係の他の例を表す模式図である。

【図9】検出器側の各画素のノイズあるいは誤りの生起確率を測定した結果の一例を表す模式図である。

【図10】制御部の内部構成の詳細を表すブロック図である。

【図11】データ符号化部での処理内容の詳細を表すブロック図である。

【図12】画素分類部での処理内容の詳細を表す模式図である。

【図13】データ配置部94での処理内容の詳細を表す模式図である。

10

20

30

40

50

## 【 符号の説明 】

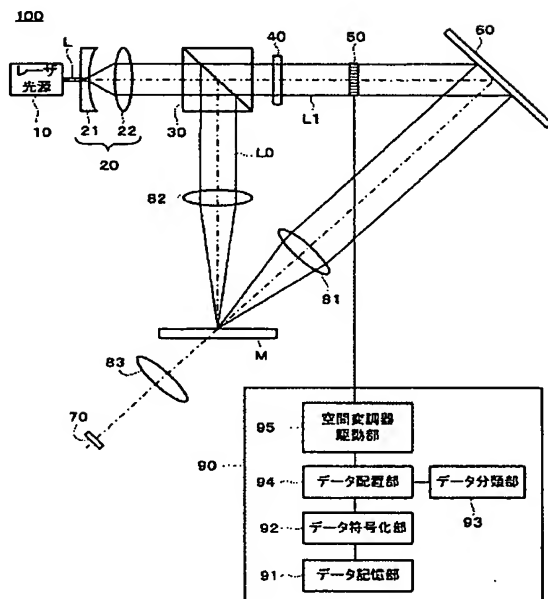
【 0 0 5 7 】

- 1 0 0 ホログラム記録装置  
 1 0 レーザ光源  
 2 0 ビームエキスパンダ  
 2 1 平凹レンズ  
 2 2 凸レンズ  
 3 0 ハーフミラー  
 4 0 光シャッター  
 5 0 空間変調器  
 5 1 表示面  
 5 2 画素  
 6 0 ミラー  
 7 0 検出器  
 7 1 受光面  
 7 2 画素  
 8 1 ~ 8 3 凸レンズ  
 9 0 制御部  
 9 1 データ記憶部  
 9 2 データ符号化部  
 9 3 画素分類部  
 9 4 データ配置部  
 9 5 空間変調器駆動部  
 M ホログラム記録媒体

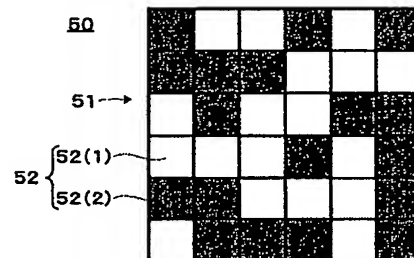
10

20

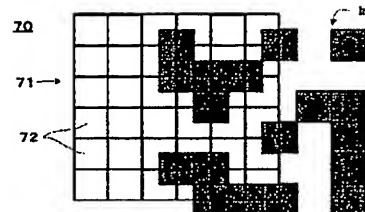
【 図 1 】



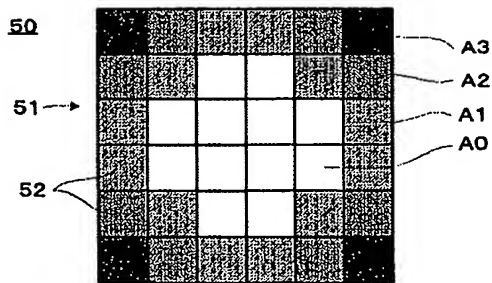
【 図 2 】



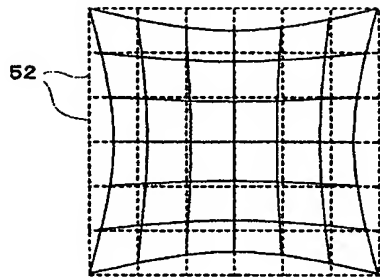
【 図 3 】



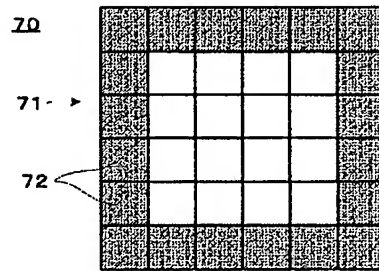
【 図 4 】



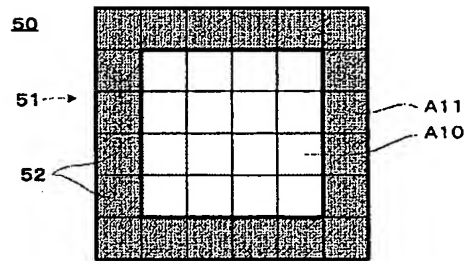
【 図 5 】



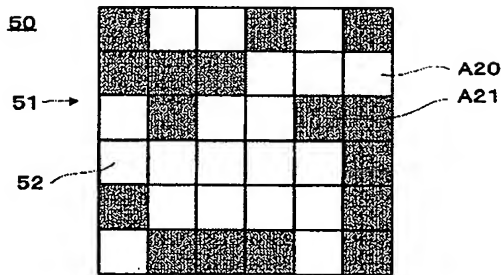
【 図 6 】



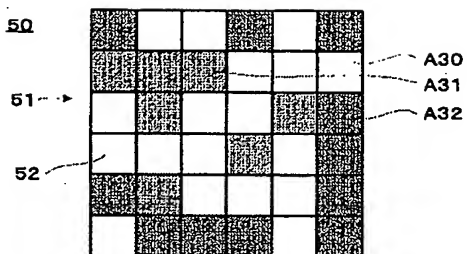
【 図 7 】



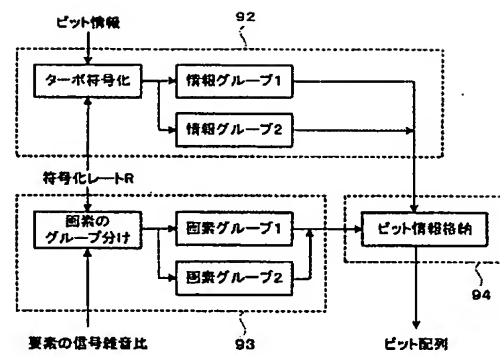
【 図 8 】



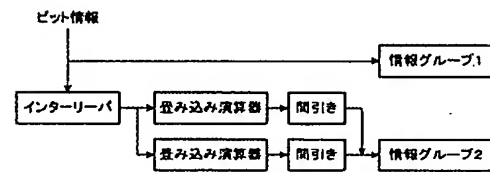
【 図 9 】



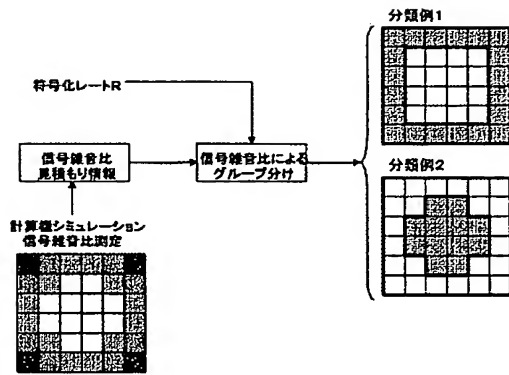
【 図 10 】



【 図 11 】



【 図 1 2 】



【 図 1 3 】

